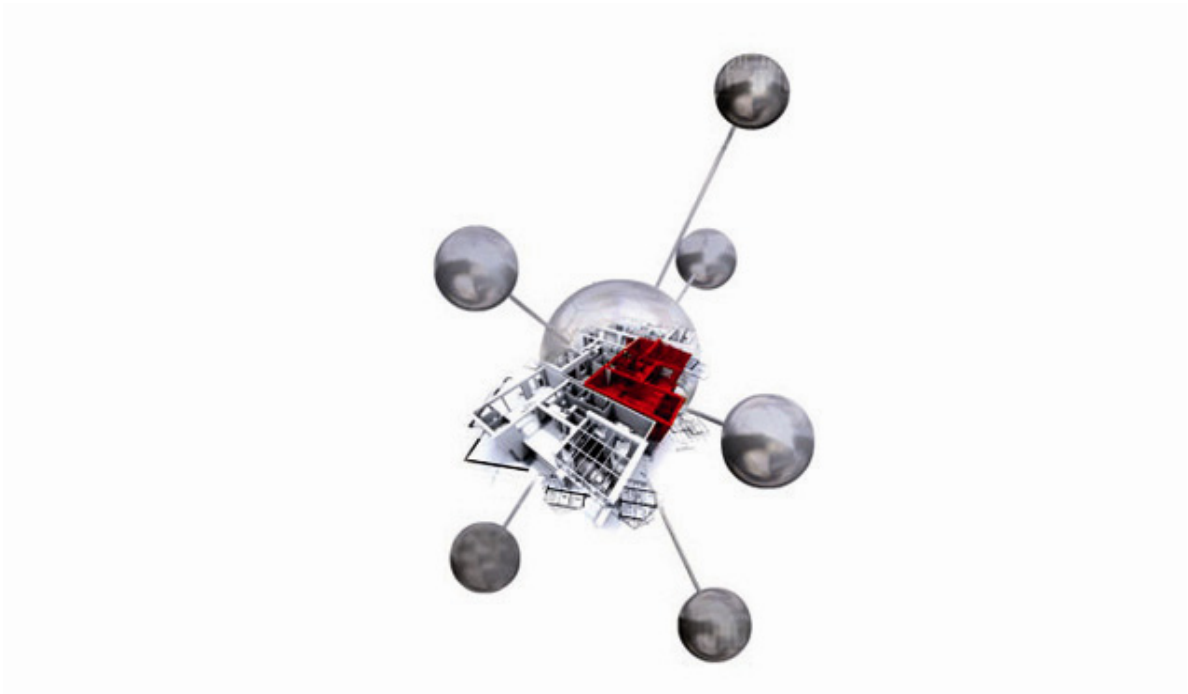
Mieux communiquer pour mieux construire

Maquette numérique du Bâtiment
Interopérabilité
et Maîtrise d'Ouvrage



Suivez le guide !

Maquette numérique du Bâtiment, interopérabilité et Maîtrise d'Ouvrage :

Suivez le guide !

Vous êtes maître d'ouvrages ou gestionnaire de patrimoine ? Selon l'étude américaine du NIST (*National Institute of Standards and Technology)*, vous subissez **67% des coûts des défauts d'interopérabilité**.
Or, la maquette numérique (BIM) à la norme ISO-IFC, vecteur d'interopérabilité, vous offre trois avantages :

1. amélioration de la **qualité** des projets,
2. réduction des tâches pour la constitution et la **mise à jour** des systèmes d'information de patrimoine,
3. **indépendance** vis à vis des éditeurs de logiciels.

Vous serez ainsi les premiers bénéficiaires des progrès qui seront accomplis dans ce domaine. Vous avez donc **tout intérêt à promouvoir** l'usage du BIM-IFC…

Sommaire

Commençons par le commencement ! 3

- Pourquoi une maquette numérique ?
- Quelques définitions
- Concrètement, que permet un BIM-IFC
- Mieux comprendre à travers d'exemples

Le DOE-IFC ou DOE interopérable : mode d'emploi 8

- Pourquoi prescrire et produire un DOE-IFC ?
- Eléments à extraire du BIM-IFC du bâtiment tel que construit pour réaliser un DOE
- Contenu et structure d'un DOE classique et d'un DOE interopérable
- En perspective

Vers un clausier type : passage en revue 12

- Les clauses techniques
- Les clauses définissant ce que devra contenir le DOE-IFC
- Les principaux objets pouvant faire partie d'un DOE-IFC
- Analyse et contrôle

Conclusion 22

Commençons par le commencement !

Pourquoi une maquette numérique ?

Quand la construction est achevée, c'est l'exploitation qui commence… Ainsi, à l'issue d'une opération de construction, la maîtrise d'œuvre collecte les plans d'exécution des ouvrages auprès des entreprises, constitue un Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE) et le remet au maître d'ouvrage. Ce dossier constitue la principale source d'information pour le gestionnaire de patrimoine, donc vous, la maîtrise d'œuvre qui allez prendre le relais à l'issue de la phase de construction.

Or, vous êtes de plus en plus nombreux à vous doter de logiciels spécifiques à vos activités. Avant de commencer à les utiliser, vous devez initialiser le système d'information patrimonial en décrivant les bâtiments qui le composent. Ensuite, il vous faut faire vivre ce système et le tenir régulièrement à jour au fil des opérations. Autant d'occasions d'échanger des informations avec les maîtres d'œuvre. Depuis des années, ces échanges ont consisté à se transmettre des fichiers de plans au format DWG. Cela vous oblige à des traitements coûteux et fastidieux lorsque vous voulez extraire des plans diverses informations utiles à la gestion comme les surfaces et les affectations des pièces, les quantités d'ouvrage, le dénombrement et la localisation d'équipements.

Aujourd'hui, il existe enfin une alternative mature à cette pratique. Elle consiste à ce que l'architecte produise une description normalisée du bâtiment tel que construit et qu'il vous la transmette au format IFC. Toutes les opérations s'effectuent alors dans le même format, pour plus de qualité de projets, une réduction des tâches pour vous et une totale indépendance face aux éditeurs de logiciel.

DOE IFC

Quelques définitions

Maquette numérique

Représentation géométrique d'un produit, généralement en 3D, réalisée sur ordinateur en vue de l'analyser, de le contrôler et d'en simuler certains comportements. Cette expression qui n'est pas ambiguë dans les milieux de l'aéronautique est parfois perçue de façon réductrice dans le bâtiment comme le simple l'équivalent numérique d'une maquette physique. La maquette numérique doit être considérée dans ce document comme un synonyme de BIM.

BIM

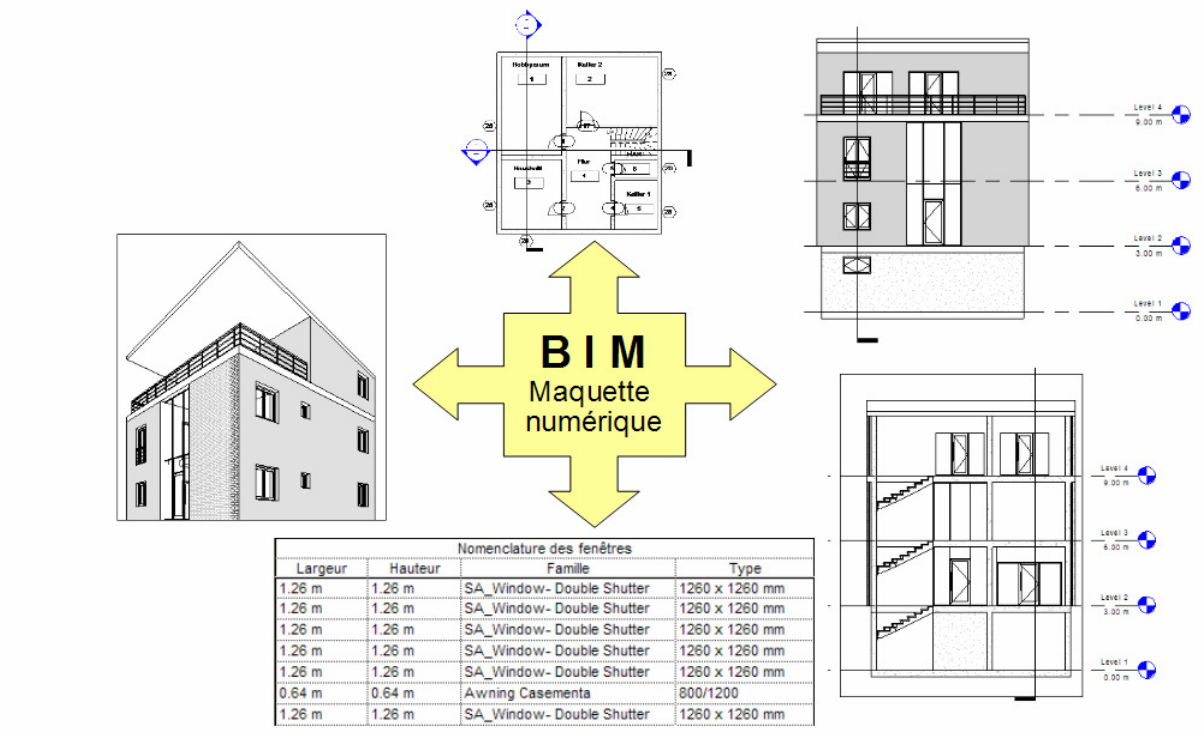
Acronyme de «*Building Information Model*». Le BIM est un ensemble structuré d'informations sur un bâtiment, existant ou en projet. Il contient les objets composant le bâtiment, leurs caractéristiques et les relations entre ces objets. Ainsi la composition détaillée d'un mur, la localisation d'un équipement ou d'un élément de mobilier dans une pièce, font partie du BIM.

IFC

« Industry Foundation Classes» ou «*Information For Construction*», plus explicite. C'est la norme internationale du BIM (ISO/PAS 16739). L'expression BIM-IFC désigne un BIM normalisé au format IFC.

Concrètement, que permet un BIM-IFC

Le schéma ci-après illustre que c'est à partir du BIM que l'on obtient les différentes représentations du bâtiment : plans de niveaux, façades, coupes, axonométries, perspectives sans oublier les nomenclatures des objets (portes, fenêtres, pièces,…). Cette capacité à produire une documentation cohérente à partir du BIM est d'ailleurs le premier avantage mis en avant par les éditeurs de CAO lorsqu'ils communiquent sur le BIM. Même si les maîtres d'œuvre jugent parfois nécessaire de peaufiner certaines représentations avec un logiciel de dessin, on peut considérer que le BIM contient potentiellement tous les plans d'architectes d'un DOE puisqu'ils peuvent être générés à partir de son contenu.



Nomenclature des fenêtres

Largeur	Hauteur	Famille	Type
1.26 m	1.26 m	SA_Window- Double Shutter	1260 x 1260 mm
1.26 m	1.26 m	SA_Window- Double Shutter	1260 x 1260 mm
1.26 m	1.26 m	SA_Window- Double Shutter	1260 x 1260 mm
1.26 m	1.26 m	SA_Window- Double Shutter	1260 x 1260 mm
1.26 m	1.26 m	SA_Window- Double Shutter	1260 x 1260 mm
0.64 m	0.64 m	Awning Casementa	800/1200
1.26 m	1.26 m	SA_Window- Double Shutter	1260 x 1260 mm

HABSIS 11/12/2008. Maquette numérique et interopérabilité, B. Ferriès, Mediaconstruct

Description succincte des principaux éléments que peut contenir un BIM-IFC produit avec un logiciel de CAO du commerce.

- **L'arborescence spatiale**

Tout fichier IFC est relatif à un projet auquel est rattaché soit le site s'il a été défini, soit directement le ou les bâtiments. Chaque bâtiment est ensuite décomposé en un ou plusieurs niveaux auxquels sont rattachés les espaces. On constitue ainsi une arborescence spatiale dont voici deux exemples :

Projet Site Bâtiment A Niveau 1 Espace 1 Espace 2 Espace 3 Niveau 2 Espace 1 Espace 2 Bâtiment B Niveau 1 Espace 1 Espace 2	Projet Bâtiment A Niveau 1 Espace 1 Espace 2 Niveau 2 Espace 1 Espace 2 Espace 3

- **Les espaces**

Les espaces sont décrits comme des objets à part entière. L'enveloppe d'un espace a une enveloppe définie en 3D. Ses limites coïncident avec le nu intérieur des parois qui délimitent l'espace. Diverses quantités comme la surface au sol ou le volume d'un espace font partie du BIM-IFC ou sont déductibles de son contenu. La désignation du local et son affectation fonctionnelle peuvent être indiqués en tant que propriétés de chaque espace.

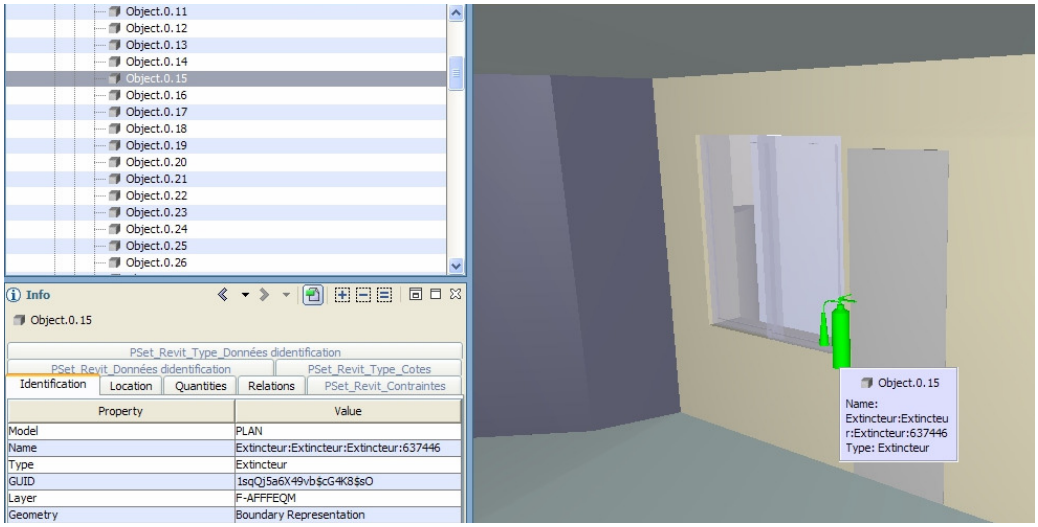
IfcWall	1
IfcWallStandardCase	646
IfcOpeningElement	619
IfcColumn	52
IfcBeam	13
IfcSlab_Roof	28
IfcSlab_Floor	64
IfcDoor	290
IfcWindow	298
IfcRailing	121
IfcStair	8
IfcBuildingElementProxy	122
IfcVirtualElement	132
IfcCovering	1
IfcFurnishingElement	443
IfcCurtainWall	4
IfcFlowTreatmentDevice	4
IfcFlowTerminal	102

- **Les ouvrages et équipements**

Le récapitulatif ci-contre liste les classes d'objet mobilisées pour décrire ouvrages et d'équipements du DOE du Collège de Vigny.
Voici la traduction des principales :

- Dalles
- Eléments de distribution
- Eléments de mobilier
- Escaliers
- Fenêtres
- Garde-corps
- Murs
- Murs rideaux
- Portes
- Poteaux
- Poutres, etc.

En conclusion, tout ouvrage ou équipement est individualisé car il est identifié de façon unique. Tout ouvrage ou équipement est localisé à l'étage ou même à la pièce. Tout ouvrage ou équipement peut être associé à un ouvrage ou un équipement type. Un BIM-IFC contient donc toutes les informations permettant de produire des inventaires d'ouvrages et d'équipements avec l'indication de leur type et de leur localisation.



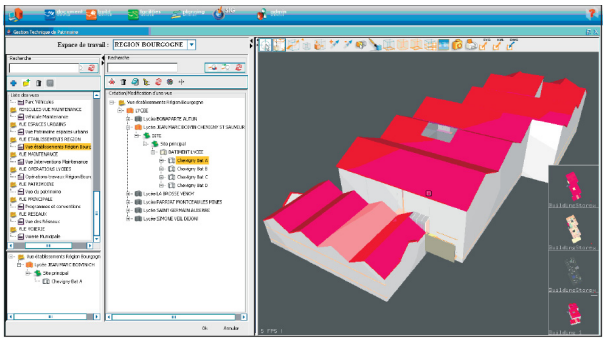
Mieux comprendre à travers d'exemples

Opérations pilotes en France

	Relevé de bâtiments au format IFC	Livraison d'un DOE-IFC	Echanges IFC entre MOE
	Géomètres et prestataires de services	Architectes	Architectes, ingénieurs, économistes
Régions	Bourgogne, Provence Alpes Côte d'Azur…	Internat de Chevigny Saint-Sauveur	
Villes	Paris, Blagnac, Dijon, Clermont-Ferrand…		
Autres	Université de Rennes, Groupement d'Universités de Toulouse	Restaurant d'entreprise Airbus, Collège de Vigny	

- Projet impulsé par le Conseil régional de Bourgogne : l'internat du lycée de Chevigny Saint-Sauveur

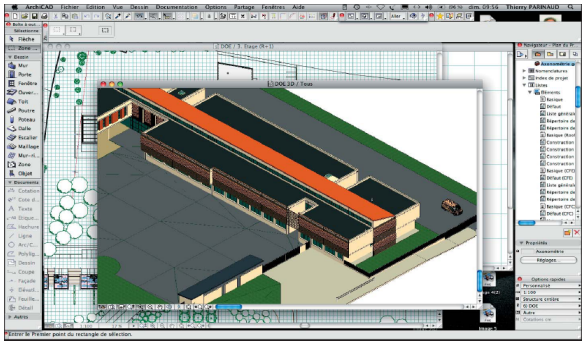
« *En 2009, le Conseil Régional de Bourgogne propose aux candidats, lors de l'appel d'offres pour la construction d'un internat au lycée de Chevigny Saint-Sauveur (21), de présenter leurs projets sous forme d'une maquette numérique-IFC. Les données du projet pourront ainsi, au fur et à mesure, être intégrées de manière automatisée dans une plate-forme dédiée. Si le BIM (la maquette numérique) n'a pas, à la base, vocation à présenter une esquisse graphique au titre d'un concours mais plutôt à en assurer le caractère technique (il ne travaille pas, comme les outils graphiques, sur les couleurs, les textures, etc.), son utilisation en décembre dernier a permis de constater que les équipes en lice étaient en mesure de produire un fichier IFC de qualité de leur projet, à la base d'une maquette numérique présentée aux élus. Ce fut une excellente surprise, y compris pour les équipes d'architectes dont certaines ont découvert l'intérêt des IFC pour leur corps de métier. L'objectif, à présent, est de progresser dans le programme de construction dans ses différentes phases d'études en poursuivant, autant que possible, la collaboration autour de la maquette numérique tout au long du projet* » témoigne Benoit Vervandier, directeur général de Groupe Archimen.



- Projet impulsé par la MOE : le collège de Vigny

Cette expérimentation a porté sur la production par la maîtrise d'œuvre d'un DOE d'un genre nouveau puisque contenant un ensemble d'informations utiles au gestionnaire de patrimoine livrées au format IFC.

En octobre 2008, Thierry Parinaud et Patrick Terrier, respectivement gérants des cabinets d'architecture Studio 4 et Atrium, ont remis la modélisation du collège du Bord'Haut de Vigny au Conseil général du Val d'Oise. Ce dispositif a permis d'échanger les différents fichiers liés à la construction de l'ouvrage entre toutes les parties prenantes (maître d'ouvrage, architecte, bureau d'étude, entreprise, gestionnaire de patrimoine…).



Opérations à l'étranger

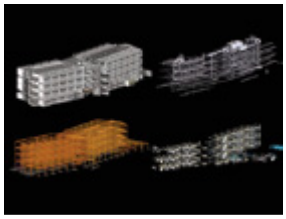
- US Army Corps of Engineers (Etats-Unis)

Dans le cadre du projet COBIE7 (*Construction Operations Building Information Exchange*), cette organisation a spécifié les informations attendues à l'issue d'un projet de construction. Il est précisé si l'information est obligatoire, recommandée ou optionnelle.

HOK utilise actuellement le BIM-IFC dans le développement de plusieurs projets à travers les États-Unis. L'un d'entre eux est l'établissement d'un laboratoire vétérinaire sur le campus universitaire de Davis, en Californie. Au total, 13 000 m² de plans et différentes maquettes à synthétiser. L'autre projet est la construction d'un quartier de bureaux mixtes à San Mateo, là encore en Californie. L'objectif : créer un espace équilibré. Au total, 120 000 m² de plans.

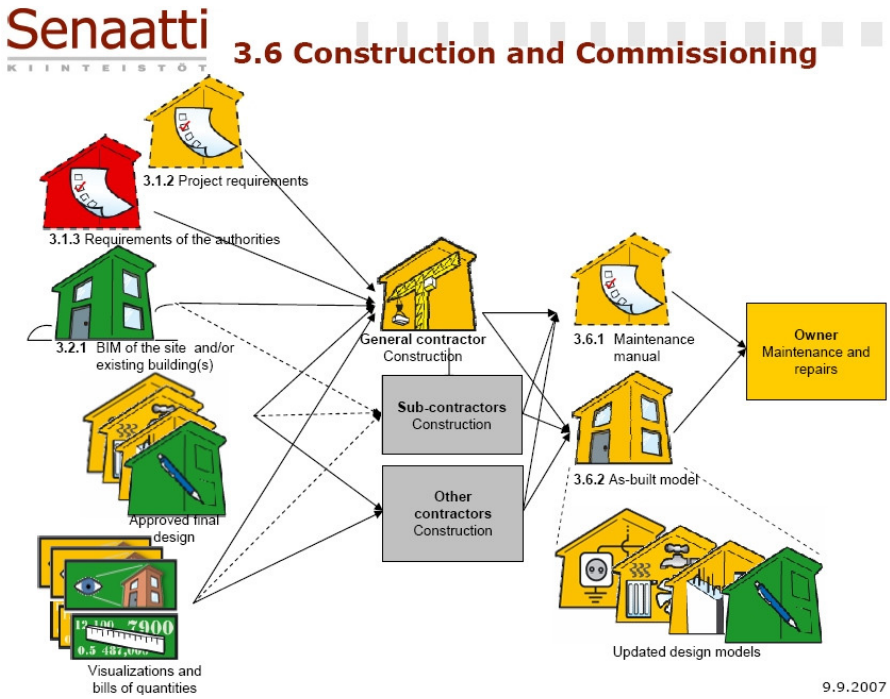
Pour le cabinet HOK, le BIM est un outil précieux qui modifie les méthodes de travail selon deux axes expliquent Patrick Mac Leamy et Mario Guttman, architectes.

"Le BIM permet avant tout un travail intégré. Les relations entre les différentes équipes du cabinet s'en trouvent améliorées : les méthodes de travail évoluent et les méthodes managériales aussi. Plus encore, les relations entre les différents corps de métier (construction, prospection, déconstruction, etc.) sont facilitées du fait du BIM. Les acteurs d'un projet de bâti partagent ainsi les risques et les récompenses. Le deuxième axe de travail que soutient la maquette numérique est bien évidement l'aspect environnemental. Les simulations opérées permettent d'innover et de réduire les risques. L'aspect collaboratif du travail mobilise les intelligences en vue des réductions d'énergie, un souci de plus en plus constant dans la totalité de nos projets/budgets. C'est d'ailleurs pour cela que nous exigeons maintenant tous nos collaborateurs, jusqu'à nos consultants, qu'ils travaillent en BIM."



- Senate Properties (Finlande)

Depuis le 1er octobre 2007 et pour les projets à partir de deux millions d'euros, il est demandé aux maîtres d'œuvre de produire le BIM-IFC du bâtiment tel que construit8 (« As-Buit »). La partie obligatoire (en vert) est actuellement limitée au BIM produit par l'architecte. Les BIM correspondant à d'autres spécialités (structure, génie climatique, électricité).



Le DOE-IFC ou DOE interopérable : mode d'emploi

Le DOE est destiné à vous, maîtres d'ouvrage. Il vous permettra **d'assurer la gestion du bâtiment** à l'issue de l'opération de construction en s'appuyant sur l'analyse de diverses chartes de relevé de patrimoine en IFC.

Attention ! Il est nécessaire de supposer que le maître d'ouvrage qui le reçoit est doté d'un logiciel capable d'importer le contenu de fichiers IFC, ce qui est le cas aujourd'hui de la plupart des logiciels de gestion de patrimoine.

Pourquoi prescrire et produire un DOE-IFC ?

Voici quelques conseils pratiques et bonnes raisons pour décider la maîtrise d'œuvre et/ou vos confrères maîtres d'ouvrage. Les raisons de favoriser l'élaboration d'un DOE-IFC sont diverses :

- **nourrir le système d'information** patrimonial à partir d'une information riche et structurée sur le bâtiment tel que construit
- **transmettre** ultérieurement cette information aux maîtres d'œuvre qui interviendront lors des futures opérations sur le patrimoine
- **promouvoir** un format normalisé (IFC) que de plus en plus de progiciels de gestion de patrimoine sont capables d'importer.

Il est possible par ailleurs de prescrire un DOE interopérable en intégrant au marché du maître d'œuvre des clauses spécifiques. Un ensemble de clauses a été rédigé à l'intention des maîtres d'ouvrage pour les aider dans cette tâche (*cf. la 3ème partie de ce guide*).

Eléments à extraire du BIM-IFC du bâtiment tel que construit pour réaliser un DOE

1) Sous-dossier "Organisation Générale"

Le plan de masse peut être produit à partir du BIM s'il intègre la définition du site. Les plans de distribution des locaux avec repérage de chaque local et indication de sa fonction peuvent être produits à partir du BIM. Les surfaces des espaces peuvent être extraites du BIM-IFC et alimenter un tableur à partir duquel seront calculées les différentes surfaces en usage (SHON, SU, SDO,…).

Nom long	Etage	Situation	Surface brute	Surface nette
Sanitaires	Rez de chaussée	Intérieur	1,31	1,31
Sanitaires	Rez de chaussée	Intérieur	1,27	1,27
Vestiaires	Rez de chaussée	Intérieur	18,78	18,78
Archives	PREMIER ETAGE	Intérieur	24,57	24,57
Dépot	PREMIER ETAGE	Intérieur	15,88	15,88
Circulation	PREMIER ETAGE	Intérieur	51,69	51,69

2) Sous-dossier "Structure"

Plusieurs logiciels de calcul de structure savent importer le BIM-IFC produit par l'architecte. L'ingénieur structure le complète avec les objets nécessaires à ses calculs et produit ainsi le BIM correspondant à la vue Structure. La même démarche s'applique dans les domaines du génie climatique et de l'électricité et on obtient ainsi plusieurs BIM complémentaires correspondant aux principales spécialités. Les plans des structures, fondations incluses, peuvent donc être indirectement produits à partir du BIM-IFC chaque fois que celui-ci est exploité par l'ingénieur structure.

3) Sous-dossier "Technique"

Que peut-on produire à partir du BIM-IFC ?

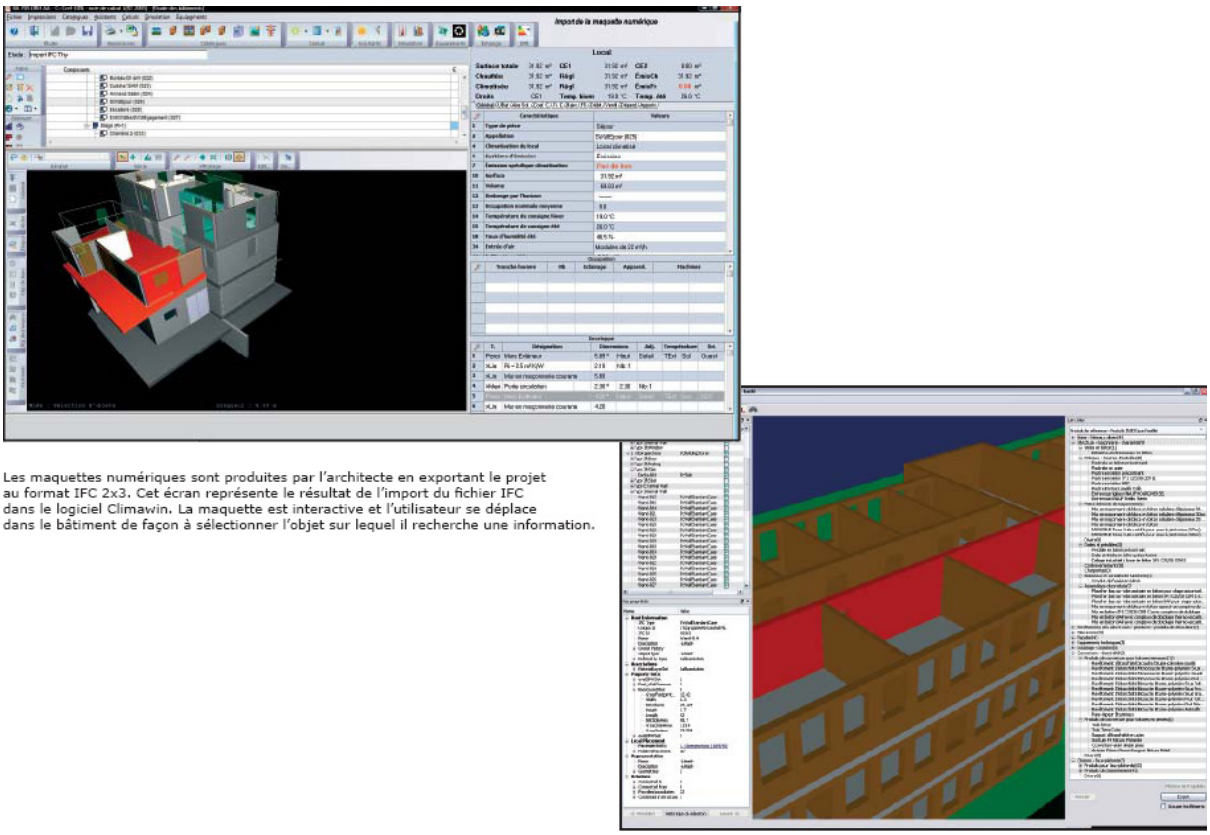
1. Les plans architecte mis à jour des niveaux, toiture, façades, coupes...
2. L'inventaire des matériels installés
3. Les schémas et plans des installations techniques si le BET a exploité le BIM-IFC produit par l'architecte.
4. Concernant les différents éléments de la construction (menuiseries extérieures et intérieures, cloisons, revêtements de sols et muraux, installations techniques, etc.) : ils sont identifiés, typés et localisés mais les notices descriptives de fonctionnement et d'entretien ne font pas partie du BIM-IFC. Toutefois, les éléments sur lesquels portent ces notices sont décrits comme des objets qui ont vocation à être importés dans l'outil de gestion de patrimoine. On pourra donc ultérieurement lier ces objets aux versions électroniques des notices qui leur sont associées.

4) Sous-dossier "Sécurité"

En jouant sur le type des cloisons et des portes, il est possible de localiser toutes celles qui sont Coupe Feu (CF) et Pare Flamme (PF).

5) Sous-dossier "Dossier d'utilisation, d'Exploitation et de Maintenance"

La partie pouvant être alimentée par le BIM-IFC se confond avec le sous-dossier technique traité ci-avant. Le BIM-IFC peut alimenter certaines parties d'un DOE classique. Il contient également des informations qui, bien que non prévues au DOE, peuvent être utiles au gestionnaire de patrimoine. C'est notamment toutes les caractéristiques, dimensionnelles ou non, associées aux ouvrages et équipement.



Les maquettes numériques sont produites par l'architecte en exportant le projet au format IFC 2x3. Cet écran représente le résultat de l'import du fichier IFC dans le logiciel Climawin. La maquette est interactive et l'utilisateur se déplace dans le bâtiment de façon à sélectionner l'objet sur lequel il recherche une information.

Contenu et structure d'un DOE classique et d'un DOE interopérable

Ces informations s'appuient sur une publication de la Direction Générale de l'Urbanisme, de l'Habitat et de la Construction qui comprend un guide pratique. Dans cet extrait, les éléments de votre dossier qui peuvent être produits à partir du BIM ou déduits de son contenu ont été surlignés en jaune.

Le Dossier des Ouvrages Exécutés nécessaire à l'exploitation de l'ouvrage est constitué à partir des plans conformes à l'exécution remis par les entrepreneurs, des plans de récolement ainsi que des notices de fonctionnement et des prescriptions de maintenance des fournisseurs d'éléments d'équipement mis en oeuvre.

Il sera structuré de manière à faciliter la recherche des documents qu'il contient, avec un bordereau récapitulant toutes les pièces du dossier. Les documents seront répartis dans les quatre sous-dossiers suivants :

1. Organisation générale
2. Structure
***3. Technique** (classement par lot ou par sous-ensemble selon demande du gestionnaire)*
4. Sécurité

L'information directement utile au gestionnaire fera l'objet d'une mise en forme opérationnelle pour ce dernier, et constituera un volet dissociable du DOE :

5. le Dossier d'Utilisation, d'Exploitation et de Maintenance (DUEM)

1) Sous-dossier "ORGANISATION GÉNÉRALE"

- *Plan de masse au format A4 ou A3 et à l'échelle.*
- *Plans de distribution des locaux non cotés, avec repérage de chaque local et indication de sa fonction, l'objectif étant de pouvoir disposer d'un ensemble fonctionnel cohérent (service par exemple) sous format A4 ou à défaut A3, à l'échelle 1/100e, 1/200e ou 1/250e selon la taille du bâtiment.*
- *Détail des surfaces utiles*
- *Planche photos (prises aux étapes importantes du chantier)*
- *...*

2) Sous-dossier "STRUCTURE"

- *Rapport des études de sol*
- *Plans et notes de calcul des structures, fondations induses*
- *Note synthétique donnant les surcharges admissibles de plancher*
- *Recommandations et précautions à prendre pour les percements, scellements, etc.*
- *...*

3) Sous-dossier "TECHNIQUE"

Documents écrits :

- *Notices descriptives, de fonctionnement et d'entretien des différents éléments de la construction (menuiseries extérieures et intérieures, cloisons, revêtements de sols et muraux, installations techniques, etc.)*
- *Procès Verbaux (P.V.) des différents certificats de garantie des appareils et matériels*
- *Certificats d'essais des appareils et matériels*
- *P.V. de classement ou label des différents matériaux*
- *P.V. des épreuves béton*
- *P.V. des essais in situ des installations techniques*
- *Garanties constructeurs et fournisseurs*
- *Inventaire des matériels installés*
- *Liste des pièces de rechange de première urgence avec leurs références (pour approvisionnement)*
- *Note synthétique donnant les puissances électriques*

Plans ou schémas :

- *Plan de masse (éch. 1/200ème)*
- *Plan de récolement V.R.D. (éch. 1/200ème)*

---

[3] Prendre en compte l'exploitation maintenance dans la conduite d'opération d'investissement de bâtiment. Publication du CERTU. MEP/EP ROUMEAS Suzanne 30-08-2007
http://www.certu.fr/fr/_Ville_et_equipements_publics-n30/Gestion_de_patrimoine_immobilier-n149/Prendre_en_compte_l&039;exploitation_maintenance_dans_la_conduite_d&039;operation_d&039;investissement_de_batiment-a495-s_article_theme.html

• Plans architecte mis à jour des niveaux, toiture (accès compris), façades, coupes... (éch. 1/50ème)
• Schémas et plans des installations techniques
• Plans de détail et coupes au 1/50ème
• Vues "en éclatées" pour les assemblages complexes, si nécessaire
• Localisation des trappes d'accès aux toitures, combles, vide sanitaire, faux plafonds, etc.

4) Sous-dossier "SECURITE"

Sécurité contre les risques d'incendie et de panique
• Plan d'évacuation des locaux
• Positionnement des places et cheminement pour personnes à mobilité réduite
• Localisation des cloisons et portes Coupe Feu (CF) et Pare Flamme (PF) avec leur position normale (ouverte ou fermée)
• Plans des dispositifs d'évacuation des fumées
• Plans du réseau desservant les Robinets d'Incendie Armés (RIA), bouches d'incendie, colonnes sèches
• Localisation des dispositifs de coupure instantanée de l'alimentation électrique et de gaz des appareils utilisant une source d'énergie (ventilation, ascenseurs, etc.)
• Prescriptions concernant la remise en gaz après coupure
• Plans de localisation et consignes d'utilisation et d'entretien des alarmes, des blocs lumineux de sécurité, etc.
• Plans des peintures intumescentes à renouveler périodiquement
• P.V. de classement de résistance au feu (SF, CF et PF) des éléments de construction (structure, portes, cloisons,vitrages...) et de réaction au feu des matériaux (revêtements, faux-plafonds...)
• Schéma de fixation des éléments de faux plafonds
• Positionnement des clapets CF des installations de ventilation

Sécurité et protection de la santé des travailleurs
• Eléments nécessaires au Dossier d'Interventions Ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

5) Dossier d'Utilisation, d'Exploitation et de Maintenance

Ce dossier est à établir suivant le cadre ou l'exemple de présentation joint, dans l'outil n°5.

En perspective

Si la maîtrise d'œuvre utilise un logiciel de CAO capable d'exporter des informations au format IFC, alors il lui est possible de produire un BIM-IFC contenant de nombreuses informations qui vous seront utiles dont notamment :

- l'organisation des bâtiments construits exprimée sous la forme d'une arborescence spatiale,
- les espaces et leurs caractéristiques dont l'affectation fonctionnelle,
- les ouvrages et équipements identifiés, typés et localisés.

Certes, il existe encore quelques différences dans les fichiers produits par les logiciels de CAO pour de multiples raisons (divergences d'interprétation du modèle, intégration au BIM-IFC de propriétés spécifiques à un logiciel,…) Néanmoins, l'offre est jugée suffisamment mature pour que certains pays aient décidé de rendre obligatoire la livraison d'un BIM-IFC à la réception des travaux. Ne faudrait-il pas suivre leur exemple et imposer la livraison d'un DOE IFC à partir d'un certain montant de travaux ?

Vers un clausier type : passage en revue

Ce document a pour but d'aider le maître d'ouvrage à **spécifier au maître d'œuvre** le contenu et l'organisation d'un DOE au format IFC. Il est prématuré de proposer un cahier des charges type. Sont ici présentées des **propositions de clauses** que le maître d'ouvrage pourra sélectionner et adapter en fonction du contexte, avant de leur donner une valeur contractuelle en les intégrant à certaines pièces du dossier de consultation des maîtres d'œuvre.

Les clauses techniques

Ces clauses portent sur des aspects purement techniques. Elles permettent de spécifier la version des IFC à utiliser, les formats de fichier et les applications capables de les générer.

1	VERSION DU MODELE
Motivation	Le modèle des IFC n'a cessé d'évoluer depuis la version 1.0 publiée en janvier 1997[3]. Les premières versions jusqu'à la 2.0 incluse ne sont plus maintenues. La version 2x a été publiée en octobre 2000. Il s'agit d'une plateforme stable qui a été le support de plusieurs extensions (2x2, 2x3 et 2x4 qui sera publiée avant fin 2008). En général, les éditeurs n'ont pas implémenté toutes les révisions et des problèmes peuvent donc survenir lorsqu'on veut échanger entre deux logiciels qui sont basés sur des révisions différentes. La situation s'est bien améliorée courant 2007 et la plupart des éditeurs de CAO sont à présent capables d'échanger en 2x3.
Proposition de formulation	Les fichiers IFC devront être conformes à la révision IFC 2x3 du modèle ou supérieure.
Caractère de la clause	Obligatoire
Possibilité de contrôle	La mention du modèle figure juste avant la fin de l'entête du fichier IFC. Elle est consultable avec un simple traitement de texte. Exemple : `FILE_SCHEMA(('IFC2X3'));` signifie que le fichier est conforme à la révision 2x3 du modèle.

2	FORMAT IFC
Motivation	Deux formats de fichiers sont possibles : - STEP (ISO 10303-21) - XML L'information transmise est la même dans les deux cas. Aujourd'hui c'est le format STEP qui est le plus utilisé et il est plus prudent de recommander son usage.
Proposition de formulation	Le format du fichier sera conforme à la partie 21 de la norme STEP (ISO 10303).
Caractère de la clause	Obligatoire.
Possibilité de contrôle	Les fichiers au format STEP ont pour suffixe .ifc Les fichiers au format XML ont pour suffixe .ifcxml

3	FORMAT NATIF
Motivation	Tout logiciel capable d'importer en IFC a son propre format dit natif, qui contient en général plus d'informations que celles contenues dans le fichier IFC utilisé pour les échanges. C'est une bonne précaution de demander que le DOE soit livré à la fois au format natif et au format IFC.
Proposition de formulation	Le DOE sera livré aux formats natif et IFC. Si des bibliothèques sont requises, le prestataire doit choisir un format natif qui incorpore les éléments des bibliothèques utilisés. Les deux fichiers doivent être produits en deux étapes immédiatement consécutives afin de garantir qu'ils correspondent au même état de définition du bâtiment.
Caractère de la clause	Recommandé
Possibilité de contrôle	Ouverture du fichier natif si l'on dispose de l'application correspondante.

4	APPLICATIONS AGREES
Motivation	La description des objets composant un bâtiment ne peut être effectuée avec un simple logiciel de dessin. Le prestataire doit impérativement utiliser un logiciel capable d'exporter des fichiers d'objets au format IFC.
Proposition de formulation	Le prestataire utilisera une application capable d'exporter des fichiers d'objets au format IFC. A titre d'information, une liste de logiciels est disponible dans le dossier « Les logiciels » du site www.buildingsmart.fr. Les informations qu'elle contient sont publiées à la demande et sous la responsabilité des éditeurs de logiciels.
Caractère de la clause	Obligatoire. La clause peut être éventuellement renforcée en demandant que le logiciel utilisé ait obtenu une certification pour la version du modèle spécifiée à la clause 1. Attention toutefois à ne pas aller à l'encontre de l'obligation de respecter l'égalité de traitement des candidats
Possibilité de contrôle	La mention du logiciel qui a été utilisé pour créer le fichier figure dans l'entête du fichier IFC. Elle est consultable avec un simple traitement de texte. Exemple de fichier produit avec la version 12 d'Archicad : `FILE DESCRIPTION(('ArchiCAD 12.00 Release 1 generated IFC file.','Build Number of the Ifc 2x3 interface: 63089 (04-06-2008)\X\0A'),'2;1');`

Les clauses définissant ce que devra contenir le DOE-IFC

5	ORGANISATION SPATIALE
Motivation	L'arborescence spatiale est structurante. C'est par rapport à elle que sont localisés les éléments de construction et elle est souvent utilisée pour contrôler l'affichage.
Proposition de formulation	Le projet sera organisé selon une arborescence spatiale Site > Bâtiment > Niveau > Espace. Les niveaux devront correspondre aux divisions verticales habituelles (sous sol, rez de chaussée, étages,…) L'intégralité du projet sera de préférence livrée dans un fichier unique. Si la taille du fichier résultant est trop importante, le projet sera décomposé en autant de fichiers que de niveaux.
Caractère de la clause	Obligatoire
Possibilité de contrôle	Avec tout visualisateur.

6	SYSTEME DE COORDONNEES, UNITES

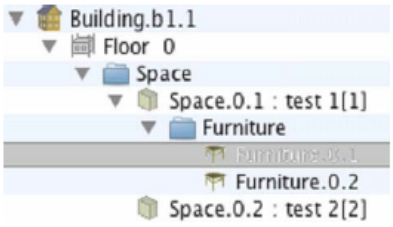
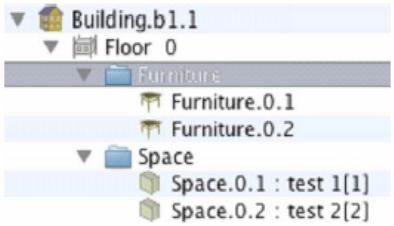
Motivation	Les unités utilisées font explicitement partie du fichier IFC :
	`#14= IFCSIUNIT(*,.LENGTHUNIT.,$,.METRE.);`
	`#15= IFCSIUNIT(*,.AREAUNIT.,$,.SQUARE METRE.);`
	`#16= IFCSIUNIT(*,.VOLUMEUNIT.,$,.CUBIC_METRE.);`
	`#17= IFCSIUNIT(*,.PLANEANGLEUNIT.,$,.RADIAN.);`
	C'est en général un paramètre du module d'export IFC.

Proposition de formulation	L'unité de longueur est le mètre.
Caractère de la clause	Facultatif
Possibilité de contrôle	Ouvrir le fichier IFC avec un traitement de texte. Rechercher les occurrences d'IFCUNIT pour connaître l'unité dans laquelle sont exprimées les longueurs.

7	METHODE DE MODELISATION
Motivation	La production de fichiers IFC est une pratique émergente et il peut être utile de préciser quelques principes.
Proposition de formulation	- **Modélisation par des objets** : les éléments composant le bâtiment doivent être modélisés par les objets qui les décrivent le mieux. Exemple : si la structure du bâtiment comprend des poteaux, ils doivent être décrits dans le DOE comme des objets de la classe des poteaux (IfcColumn) - **Modélisation géométrique** : la forme de tous les objets du DOE-IFC aura une représentation 3D, avec un niveau de définition conforme à ce que l'on attend au stade d'un DOE. - **Modélisation des objets avec les outils dédiés** : les applications agréées évoquées à la clause 4 proposent des outils de modélisation dédiés aux différents types d'objet : outil « mur », outil « dalle », outil « pièce » ou « zone »,... Ces outils doivent être utilisés exclusivement pour l'usage auxquels ils sont destinés : l'outil « mur » pour modéliser les murs, l'outil « dalle » pour modéliser les dalles, etc. Le non respect de ce principe pourrait être à l'origine d'erreurs ultérieures notamment en matière de quantitatif.
Caractère de la clause	Recommandé.
Possibilité de contrôle	Non automatisable. Difficile de détecter, par exemple, qu'un poteau a été créé avec l'outil « mur ». C'est comparable à la difficulté à détecter, dans un fichier de plan DWG, qu'un objet n'est pas placé sur la couche correspondant à sa nature.

8	CATEGORIES D'OBJETS A REPRESENTER
Motivation	Les éléments constructifs principaux (murs, dalles, portes, fenêtres) seront inévitablement représentés par le maître d'oeuvre. Par contre, d'autres éléments comme les pièces, les équipements ou le mobilier ne seront représentés que si le maître d'ouvrage en fait la demande expresse. Il est donc préférable d'énumérer explicitement les objets qui devront être présents dans le DOE-IFC et de préciser le cas échéant les attributs obligatoires.
Proposition de formulation	Les catégories suivantes devront être présents dans le DOE-IFC et décrits en tant qu'objets : *liste à choisir dans le tableau du §4* Pour éviter toute ambiguïté, il peut être utile de lister des éléments dont la représentation n'est pas requise.
Caractère de la clause	Obligatoire.
Possibilité de contrôle	Un comptage des objets par classe proposé par certains visualisateurs permet un premier niveau de contrôle. Exemple : le DOE-IFC contient 80 objets de la classe des espaces (IfcSpace). Une vérification de complétude (tous les espaces ont-ils été représentés ?) demandera une analyse plus approfondie.

9	COMPOSITIONS
Motivation	Au stade du DOE, la composition des parois (murs, dalles) et des éléments de structure (poteaux, poutres) est connue. C'est une information précieuse pour la mise en place d'un entretien préventif et pour différents calculs notamment de thermique et d'impacts environnementaux.
Proposition de formulation	Les parois auront une composition homogène qui sera indiquée par : - Un matériau pour les parois réduites à une seule couche - Une liste ordonnée de couches dont on précisera le matériau et l'épaisseur pour les parois composites Si la paroi n'est pas homogène, elle sera décomposée en éléments de composition homogène. Exemple : si la partie d'un refend qui donne sur un local non chauffée est isolée, le refend sera décomposé en deux parties, respectivement isolée et non isolée.
Caractère de la clause	Facultative
Possibilité de contrôle	La composition des parois est contrôlable avec un visualisateur.

10	LOCALISATION
Motivation	Indiquer pour quels éléments la localisation doit être faite à la piècesachant que, par défaut, les éléments sont localisés à l'étage.
Proposition de formulation	La localisation des équipements / du mobilier sera faite à la pièce.
Caractère de la clause	**Facultative**
Possibilité de contrôle	**Avec un visualisateur présentant les relations de localisation[4] entre objets.**  *Les éléments de mobilier sont localisés à la pièce.*  *Les éléments de mobilier sont localisés à l'étage.*

11	REPRESENTATION 2D
Motivation	Le fichier IFC contient et transmet la sémantique des objets : si l'on a créé un mur avec le logiciel A, il sera aussi considéré comme un mur par le logiciel B. Mais si le mur est représenté par des hachures avec le logiciel A, il n'est pas certain qu'il sera représenté de la même façon dans le logiciel B. Depuis la version 2x3, le modèle contient des classes dédiées à la présentation, comme par exemple *IfcFillAreaStyleHatching* qui permet de décrire et de transmettre un type de hachure.
Proposition de formulation	Les implémentations de cette partie des IFC sont encore assez inégales. Nous préconisons d'attendre que les applications aient fait leurs preuves dans les ateliers de certification avant d'introduire une clause relative aux représentations 2D.
Caractère de la clause	En attente.
Possibilité de contrôle	Contrôle visuel.

Les principaux objets pouvant faire partie d'un DOE-IFC

Catégorie	Classe IFC	Principaux attributs	Commentaires/spécifications
Site	IfcSite	Name (nom) RefElevation (Altitude)	
Bâtiment	IfcBuilding	Name (nom) ElevationOfRefHeight (niveau de référence)	
Niveaux	IfcStorey	Name (nom) LongName (nom long) Elevation (Altitude)	La dalle d'un niveau doit se trouver dans le niveau lui-même (on fonctionne en plancher bas)
Espaces	IfcSpace	Nom (name) Nom long (longname) InteriorOrExteriorSpace (intérieur ou extérieur)	Tous les espaces intérieurs au bâtiment seront définis explicitement. Les limites des espaces coïncideront avec le nu intérieur des murs extérieurs et avec le nu intérieur des cloisons intérieures.
Murs extérieurs	IfcWall IfcWallStandardCase IfcCurtainWall	Nom (name) ContainedInStructure (localisation) HasAssociations (Composition)	L'ensemble des murs extérieurs du bâtiment sera décrit.
Cloisons et refends	IfcWall IfcWallStandardCase	Nom (name) ContainedInStructure (localisation) HasAssociations (Composition)	L'ensemble des cloisons du bâtiment sera décrit.
Fenêtres	IfcWindow IfcWindowStyle IfcWindowLiningProperties IfcWindowPanelProperties	Nom (name) OverallHeight (Hauteur) OverallWidth (Largeur)	Le sens d'ouverture sera indiqué.

Catégorie	Classe IFC	Principaux attributs	Commentaires/spécifications
Portes	Ifc Door IfcDoorStyle IfcDoorLiningProperties IfcDoorPanelProperties	Nom (name) OverallHeight (Hauteur) OverallWidth (Largeur)	Le sens d'ouverture sera indiqué.
Planchers Dalles	IfcSlab IfcFloor	Nom (name) ContainedInStructure (localisation) HasAssociations (Composition)	
Poteaux	IfcColumn	Nom (name) HasAssociations (Composition)	
Poutres	IfcBeam	Nom (name) HasAssociations (Composition)Matériaux	
Toitures	IfcRoof	Nom (name) HasAssociations (Composition)	
Mobilier	IfcFurnishingElement IfcFurnishingElementType	Nom (name) IsDefinedBy (Type)	
Equipement	IfcDistributionElement IfcTransportElement IfcElementAssembly	Nom (name) IsDefinedBy (Type)	
Escaliers	IfcStair, IfcStairFlight	Nom (name)	
Rampes	IfcRamp IfcRamFlight		
Garde corps	IfcRailing		
Elément non	IfcBuildingElementProxy		A n'utiliser que pour les objets qui ne rentrent dans aucune autre catégorie. Exemple :

Catégorie	Classe IFC	Principaux attributs	Commentaires/spécifications
déterminé			végétation, voitures,… La représentation de la forme de ces objets est transmise dans le fichier IFC.

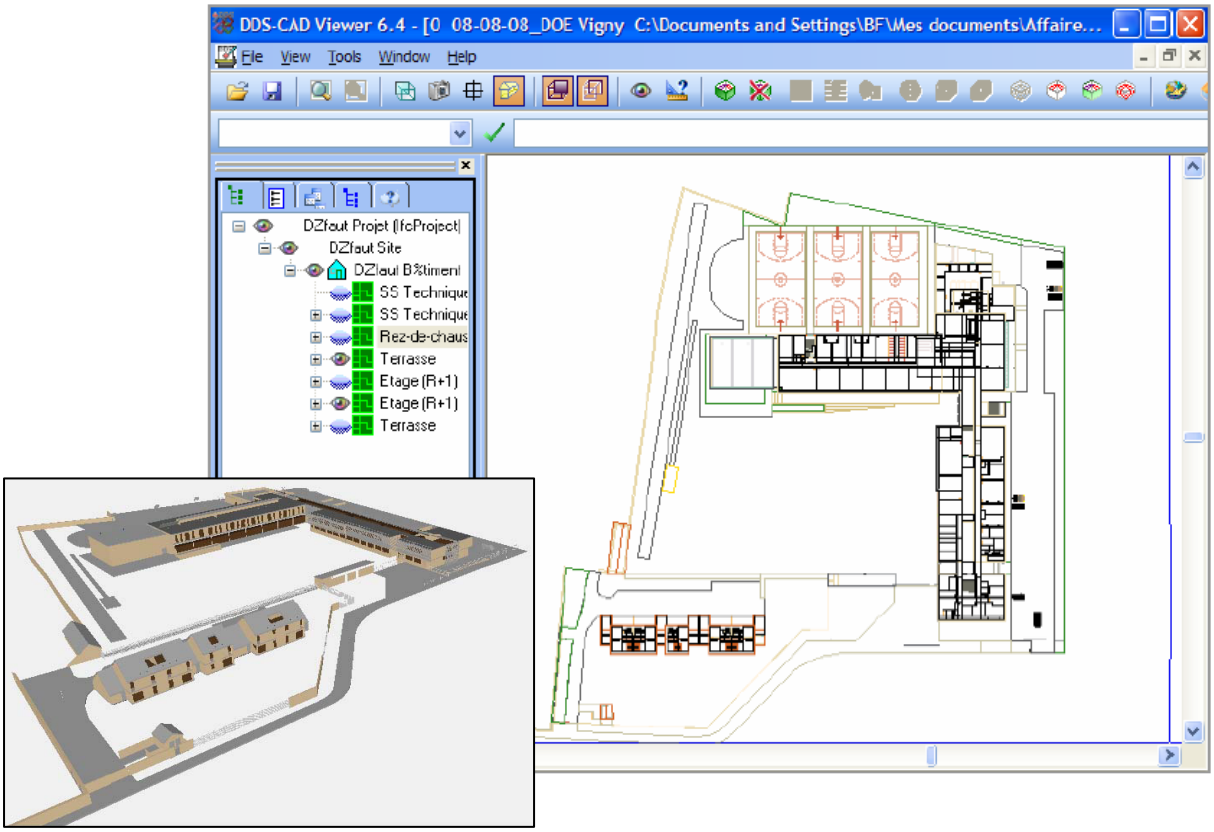
Analyse et contrôle

Il existe aujourd'hui plusieurs logiciels d'analyse et de contrôle de fichiers IFC qui sont diffusés gratuitement. Le tableau suivant en présente **une sélection**. Les 3 outils présentent de nombreux points communs : arborescence, accès aux propriétés et aux relations d'un objet, visualisation 3D, etc. La principale différence réside dans le contrôle de l'affichage, plus sélectif et mieux adapté au contrôle chez l'outil de Nemetschek.

Logiciel	Editeur	Téléchargement	Système d'exploitation
DDS-CAD Viewer 6.4	DDS	http://lists.dds.no/mailman/listinfo/ifcviewer/	Windows
Nemetschek IFC Viewer	Nemetschek	http://www.nemetschek.com/ifc	Windows
Solibri Model Viewer	Solibri	http://www.solibri.com/solibri-model-viewer.html	Mac et Windows

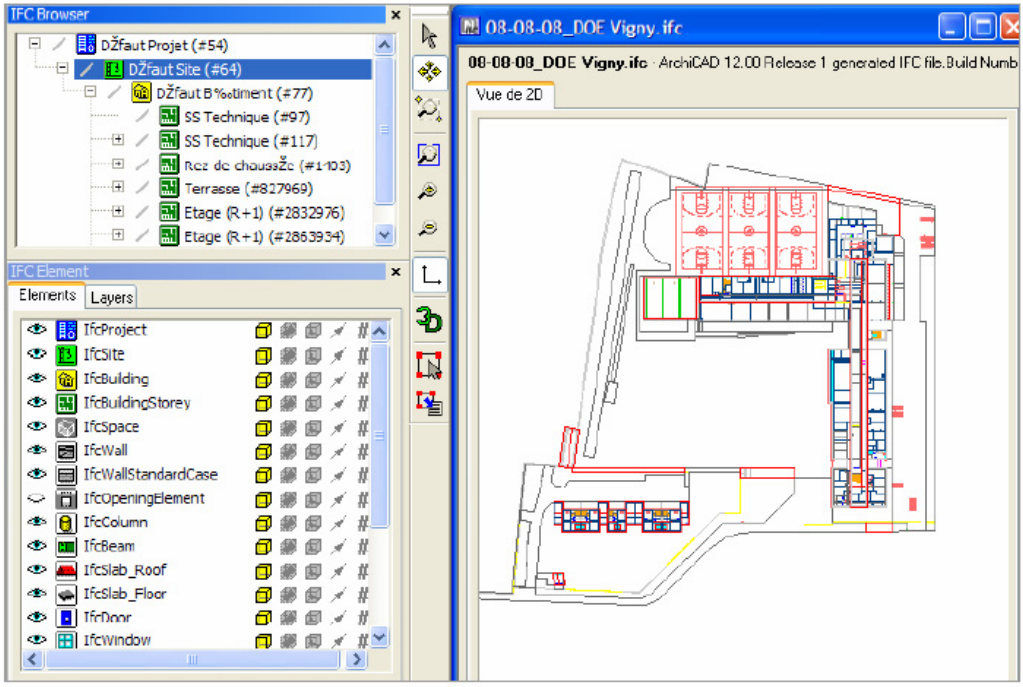
DDS

L'affichage en 2D ou 3D est contrôlé au niveau de l'arborescence et/ou au niveau des classes d'objet. On peut par exemple afficher seulement les niveaux Terrasse et Etage (R+1) et tous les objets à l'exception des espaces.

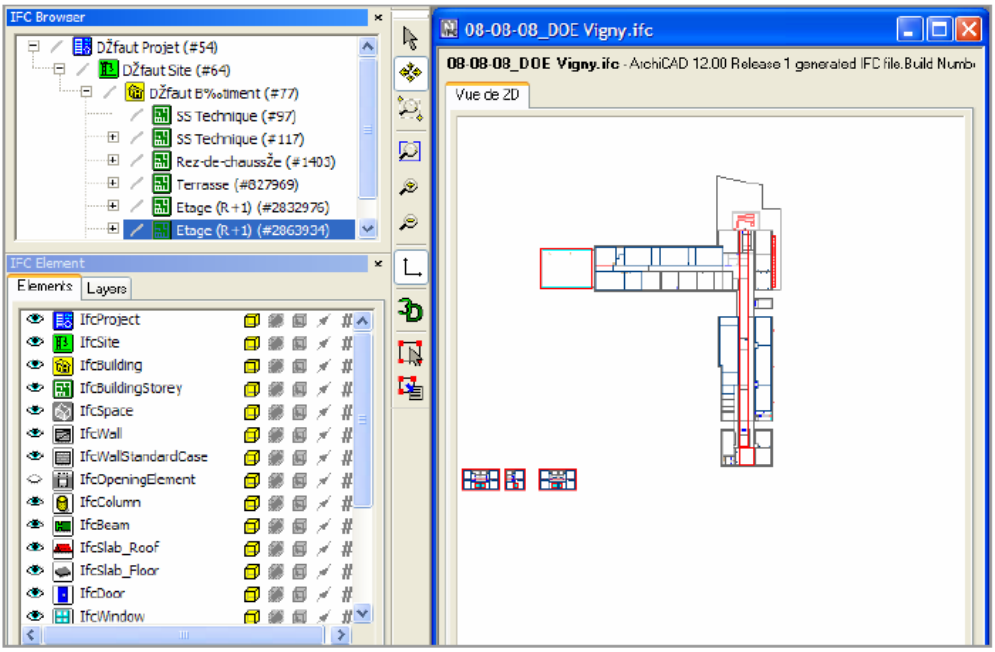


Nemetschek

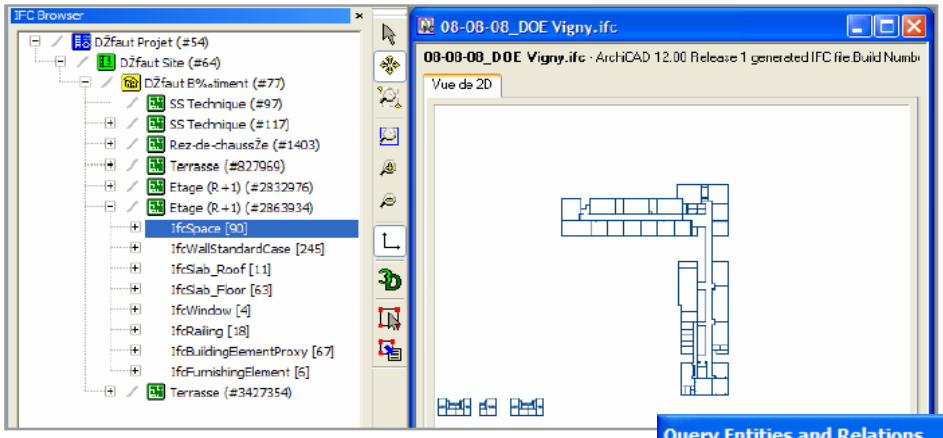
L'affichage dans la fenêtre 2D ou 3D dépend du positionnement dans l'arborescence ainsi que de la sélection des éléments ou des calques visibles (fenêtre en bas à gauche). On visualise ci-dessous le site et tout ce qui est implanté sur le site. Les éléments sont tous représentés à l'exception des ouvertures (*IfcOpeningElement*).



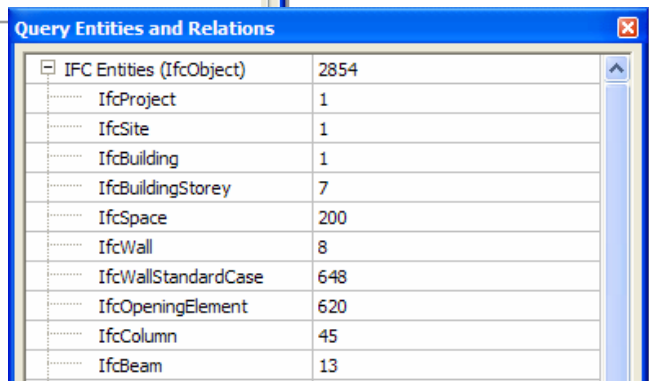
L'étage (R+1) est sélectionné dans l'arborescence et seuls les éléments qu'il contient sont affichés.



Les espaces de l'étage (R+1) sont sélectionnés dans l'arborescence et sont donc les seuls éléments affichés. C'est une méthode simple et efficace pour un contrôle visuel de la présence des espaces dans le fichier IFC. On peut aussi obtenir un comptage des principaux objets présents dans le fichier IFC.



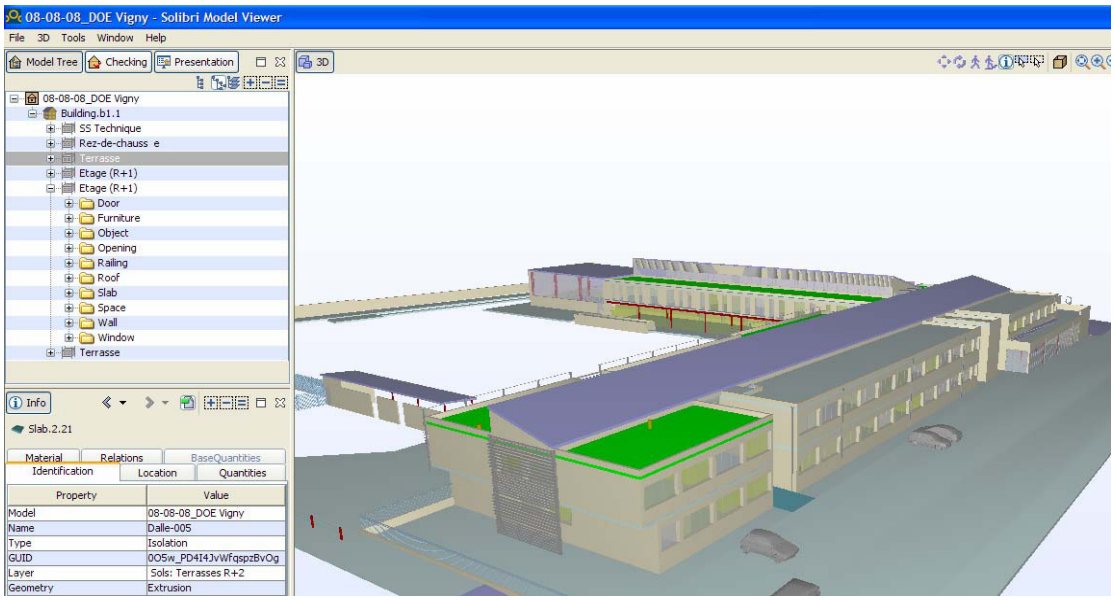
Cela permet de savoir, par exemple, que ce fichier contient 200 espaces.



IFC Entities (IfcObject)	2854
IfcProject	1
IfcSite	1
IfcBuilding	1
IfcBuildingStorey	7
IfcSpace	200
IfcWall	8
IfcWallStandardCase	648
IfcOpeningElement	620
IfcColumn	45
IfcBeam	13

Solibri

L'ensemble du projet est affiché. Un double clic sur un objet de l'arborescence du projet déclenche un recentrage de l'affichage sur cet objet.



Conclusion

Les maîtres d'ouvrage prennent la mesure de la difficulté de passer de l'échange de plans à la maquette numérique. Tous sont preneurs de retours d'expériences et d'une mutualisation de leurs efforts. Leurs recommandations actuelles s'appuient sur trois idées fortes :

• « **En avant** ! » : la question n'est plus de savoir s'il faut utiliser le BIM-IFC mais de savoir comment effectuer le passage à la pratique.

• « **L'union fait la force** » : un maître d'ouvrage isolé peut difficilement influencer son environnement. Un regroupement comme celui qui s'amorce dans le cadre du projet eXpert peut espérer avoir une influence significative sur l'évolution des pratiques du secteur.

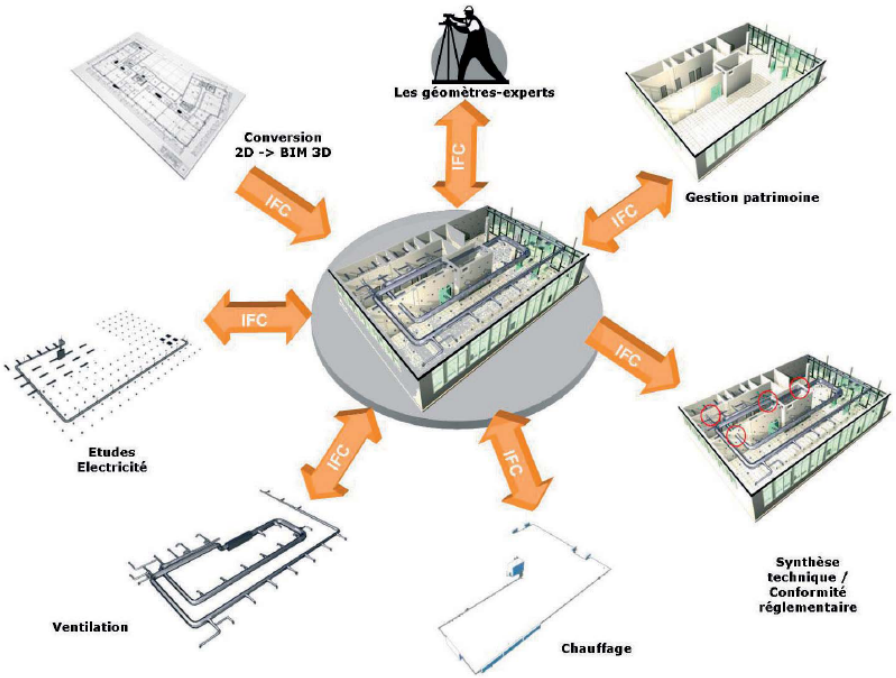
• « **L'information sur l'ouvrage fait partie de l'ouvrage** ».

Cette formule en dit long sur l'importance que les maîtres d'ouvrage accordent à l'information pour qu'elle soit fiable et de qualité et pour préserver leurs investissements dans la mise en place de systèmes de gestion de patrimoine.

L'implication de la maîtrise d'ouvrage joue aujourd'hui un rôle fondamental dans la **promotion** et la **généralisation** de la maquette numérique. En tant que donneur d'ordre, vous êtes le **premier maillon** de la chaine de la construction. En **demandant des livrables en IFC**, vous pouvez amener tous les autres protagonistes du Bâtiment à utiliser la maquette numérique, et ainsi éprouver les atouts de l'interopérabilité et du travail collaboratif.

Un rôle d'autant plus important pour vous que la part du DOE que l'on peut produire à partir d'un BIM-IFC va progressivement s'étendre. D'une part parce que les **applications pour bureaux d'études** vont se développer jusqu'à produire des BIM dédiés à la structure, au génie climatique et à l'électricité. Ils complèteront alors le BIM produit par l'architecte et enrichiront d'autant le DOE-IFC. D'autre part, parce que des **catalogues électroniques** sur les produits voient le jour : dès lors qu'ils contiendront des informations comme les notices descriptives de fonctionnement et d'entretien, un nouveau pan du DOE sera à la portée d'applications capables d'exploiter conjointement catalogues électroniques et BIM-IFC.

De quoi donner jour à de nouveaux projets. Affaire à suivre et à vous de jouer !



Ce document a été mise en page et synthétisé par Com'unehistoire à partir notamment d'éléments publiés par Bernard Ferriès :

- *Le livre blanc (Tome 1 : les attentes ; Tome 2 : les recommandations ; La synthèse)*
- *Un ensemble de clauses pour aider les maîtres d'ouvrage à rédiger un cahier des charges pour la livraison d'un DOE-IFC) ;*
- *Une note sur des retours d'expérience et des perspectives*.

En savoir plus : http://www.buildingsmart.fr/les-metiers/maitrise-douvrage/documentation

Edition IT-FFB dans le cadre du projet eXpert – décembre 2009.